

BULLETIN

DU

DÉPARTEMENT DE L'AGRICULTURE

AUX

INDES NÉERLANDAISES.

Nº. XVII.

(GEOLOGIE AGRONOMIQUE I—II—III).

BUITENZORG,
IMPRIMERIE DU DÉPARTEMENT
1908.

Vorläufige Notiz

ÜBER DIE BILDUNG DES LATERITS,

von

DR. E. C. JUL. MOHR.

Wenn auch meine Studien und experimentellen Arbeiten über dieses interessante Thema noch lange nicht beëndigt sind, ja eigentlich kaum angefangen haben, so möchte ich doch nicht länger warten, den nachfolgenden Gedankengang der Andacht sich für Laterit interessirender Fachgenossen zu unterbreiten.

Schon lange ist bekannt, dass Laterit der Hauptsache nach besteht aus Eisen- und Aluminiumoxyd-(hydrat), mit mehr oder weniger Kieselsäure, — teilweise frei, teilweise als Silicat vorhanden.

Es liegen zahlreiche Publicationen vor, in welchen Lateritvorkommen beschrieben werden, und in manchen werden mehr oder weniger ausführliche chemische Analysen angegeben; aber über die Bildung dieser wichtigen Formation habe ich bisher nur unbestimmte Andeutungen gefunden. Mir scheint jedoch, dass in den bekannten Tatsachen genügendes Material vorhanden ist zu nachfolgender Hypothese, auf Beobachtungen in Niederl. Indien gestützt, und daher möglicherweise nur von beschränkter Anwendung; wahrscheinlich wird sie aber doch dem in den Tropen reisenden oder wohnenden Naturforscher und Pflanze manches leichter verständlich machen.

1. Wo Lateritbildung stattfindet, ist das Terrain meistens hügelig; die Flüsse fließen in tief eingeschnittenen Betten; jedenfalls ist der Grundwasserstand dort überall sehr tief gelegen; (in Brunnen bemerkbar). Je älter die Formation, desto durchlässiger der Boden, desto tiefer der Grundwasserstand.

2. Je regenreicher das Klima, desto eher bildet sich Laterit. Dort wo die Wasserbewegung im Boden summa summarum nach

unten gerichtet ist ¹⁾, wo also das eindringende Regenwasser mehr beträgt, als das vom Boden verdunstende Wasser, kann sich der Laterit bilden; wo jedoch durchgängig umgekehrte Verhältnisse obwalten, bleibt die Lateritbildung aus.

3. In erster Linie findet eine Auswaschung der Oberfläche statt; nach der Tiefe hin fortschreitend, sagt Ramann ²⁾. Einige Zeilen weiter liegt nun, meiner Ansicht nach, der Hauptschlüssel zur Lösung der Lateritfrage, näml. wo Ramann sagt: „Zugleich werden in den salzarmen Schichten — die Tonteile leichter beweglich“.

4. Man hat verschiedentlich die Frage aufgeworfen, ob es in den Tropen eine Ton- und Kaolinbildung gäbe, welche derjenigen der kälteren Klimagürtel vergleichbar sei. Ich glaube, behaupten zu dürfen, dass es diese allerdings giebt, aber dass der Ton sich alsbald dem Blick entzieht, näml. durch Fortschlammung.

5. Ramann ³⁾ erwähnt die Durchschlammung des Tons durch salzarme Wässer (Gletscherwässer, Moorwässer, u. s. w.). Wenn man nun einfach annimmt, dass das in den Tropen reichlich eindringende Regenwasser wie destillirtes Wasser wirkt, (denn lösliche Salze sind alsbald nur noch sehr spärlich in diesen ausgelaugten Böden vorhanden, und Humussubstanzen ebenso, weil die Temperatur hoch, und die feuchte Verwesung bei reichlicher Sauerstoffzufuhr mit und in dem vielen Regenwasser stark ist), so muss der gebildete Ton wohl in die Tiefe geschlammmt werden.

6. Wenn daher in den Gegenden der Lateritbildung Einschnitte (für Wege, Eisenbahnen, oder Bewässerungskanäle) gemacht werden, stösst man unter der oberflächlichen Lateritschicht regelmässig auf eine tonreiche Schicht, wo sich die Farbe ändert. Hier ist man am Grundwasserspiegel angelangt. Das Rot und Braun der obern Schicht macht einem Grauweiss oder Reinweiss Platz. Manchmal liegt diese Schicht in einer Tiefe von bloss wenigen Metern; dann ist entweder die obere Schicht stark

1) Ramann, Bodenkunde. — S. 29.


2) „ „ — S. 31.

3) I. c. S. 39. — Ich zitiere hier ausschliesslich Ramann's Bodenkunde, weil dieses Buch noch ziemlich neu, und sehr handlich und übersichtlich ist, auch in Literaturangaben. Wenn ich in späteren Veröffentlichungen, zu welchen die experimentellen Arbeiten noch im Gang sind, auf die einzelnen Punkte dieser Notiz näher eingehe, wird auch andere Literatur entsprechend berücksichtigt werden.

fortgespült, oder die Bildung noch jung, und die Oberfläche noch lange nicht durchverwittert und leergewaschen, also noch sehr fruchtbar; die Farbe ist meistens noch dunkel. Es kommt jedoch auch vor, dass der Auswaschungsprocess unvergleichlich viel länger stattgefunden hat, und dann findet man die immer tiefer rückende Grenzschrift etwa 25 bis 50 M. oder noch tiefer, unter der Oberfläche. Die obere Schicht nimmt dann gewöhnlich von unten nach oben deutlich an Intensität der hellroten Farbe zu, bis auf den letzten dunkleren, humushaltigen Teil.

Je weiten die Lateritisirung vorgeschritten, desto dürftiger wird die Vegetation. Besonders, wenn das Land in Kultur gebracht worden ist, zeigt sich das; der vormalige Urwald erhielt sich wenigstens in der oberen Krume noch ein Kapital an günstigen physischen Eigenschaften, Humus und Nährstoffen. Sobald jedoch abgeholzt wird, verschwindet der Humus durch Verwesung an der heissen Sonne, die Nährstoffe werden ausgewaschen, dann folgt der Ton in die Tiefe, und es bleiben in dem sprichwörtlich reichen Tropenklima trostlose rote Hügel mit magerem Graswuchs übrig. Schliesslich wächst nichts mehr, bis — irgend ein Vulkan in der Nähe so gütig ist, eine frische Schicht Asche und Sand über die Landschaft aus zu streuen, welche nach einigen Jahren allmählich eine neue Vegetation aufkommen lässt. Der Kreislauf beginnt dann von Neuem!—

Sept. 1907.



Digitized by the Internet Archive
in 2025

Ueber Moorbildungen in den Tropen.

VON

Dr. E. C. JUL. MOHR.

Man hat lange gemeint, in den Tropen gäbe es überhaupt keine Moorbildung. Allmählich haben jedoch vereinzelte Berichte über derartige Formationen bis zur grossen wissenschaftlichen Presse ihren Weg gefunden, aber doch nur notdürftig und unvollkommen; daher findet sich in Ramann's „Bodenkunde“ ¹⁾ die noch sehr vorsichtige Notiz: „Es scheinen (in den Tropen) in sehr niederschlagreichen Gegenden, z. B. den Regenseiten gebirgiger Inseln, und in den Hochgebirgen humose Bodenarten verbreiteter zu sein, als man nach den dürftigen bisherigen Angaben annehmen konnte.“

Zweck nachfolgender Zeilen ist, das Vorkommen unzweifelhafter Moorbildungen auf den hiesigen grossen Sunda-Inseln fest zu stellen, und einiges darüber mit zu teilen.

I. Küstenbildungen.

Wie bekannt kommen an den meisten inneren Küsten dieser Inseln, also der N. O. Küste von Sumatra, der N. Küste von Java (teilweise), und fast der ganzen Küste Borneo's, ausgedehnte Mangrovewälder vor. Diesen Mangroven wird in erster Instanz die Bodenbildung, die Anlandung, zugeschrieben, indem sie durch ihre Wurzeln den Schlamm der Flüsse zurückhalten.

Dabei spielen aber ein Paar Factoren mit, welche bisher vielleicht nicht genügend berücksichtigt sind, jedoch gerade für die Moorbildungen eine entscheidende Bedeutung haben. Die Flüsse unserer regenreichen Inseln führen entsetzliche Mengen Schlamm, Sand und Steine aus dem Gebirge ins Tiefland. Nun kann man bei den meisten Flüssen, (bei verschiedenen grossen Strömen an der noch ziemlich unbewohnten Küste Sumatra's sehr deutlich), beobachten, wie sie ihr Bett im Unterlauf fortwährend erhöhen, und bei Hochwasser links und rechts geradezu natürliche Dämme von

1) l. c. Seite 496.

Steinen und Sand aufwerfen. Natürlich kommt auf diese Weise das Flussbett allmählich über dem umgebenden Flachland zu liegen; folgt nun einmal ein bedeutendes Hochwasser, so durchbricht der Fluss seinen eigengebauten Uferdamm, (welcher bedeutend breiter und weniger steil ist, als ein Deich von Menschenhand gebaut), und sucht ein tieferes Bett irgendwo durch den Urwald. Selbstverständlich, dass er sich hier teilt in eine Unmasse kleiner Flüsschen, von welchen manche natürlich grösser und tiefer als die andern sind, und somit das neue Hauptbett des Flusses oder der Flussarme zeigen. Hier wiederholt sich dasselbe Spiel; und weil die nebenan ins Meer fliessenden, grösseren und kleineren Flüsse gewöhnlich sehr nahe liegen, so entsteht das Gesamtbild der etwa 1600 K. M. langen N. O. Küste Sumatra's, als eines einzigen fast ununterbrochenen Delta-streifens, aber überall geteilt durch Sand- und Grandrücken, welche ungefähr in der Richtung des Gefälles, also: SW—NO, vom Hügelland bis ans Meer, verlaufen.

Nun der zweite Factor. Die Flüsse lagern Schlamm und Sand nicht in gleichmässigem Gefälle vom Gebirge bis in die Meeres-tiefe ab, sondern bilden vielmehr Bänke, ein Stück weit ins Meer hinaus. 1) Je höher so eine Bank wird, desto mehr brack wird das Wasser hinter ihr; bald so sehr, dass sich ausser Mangroven auch andere, mehr Brackwasserpflanzen ansiedeln können: von der Landseite anfangend, über die obengenannten Sandrücken, bis auf die Bank selber. Auf diese Weise wird ein Strandbecken gebildet in welchem allerdings bis jetzt Brackwasser vorkommt: von oben her fliesst näml. regelmässig süs-ses-, vom Meer her, mit jeder Flut aufs Neue, Salzwasser zu.

Der dritte Factor, welcher wahrscheinlich günstig mitwirkt, ist die langsame, vielleicht aber nicht regelmässige, Hebung der Küste selber. Dadurch kommen die Bänke und Querrücken welche durch den auf ihnen entstandenen Baumwuchs mehr Festigkeit erlangt haben, allmählich, vielleicht etwas stossweise, der Oberfläche näher. Das wichtigste dabei ist aber, dass das Wasser immer süsser wird, und dass damit die Bedingungen geschaffen werden für eine sich fortwährend ändernde Flora.

Somit ist das Resultat, dass, was man gewöhnlich Mangrove-Sümpfe nennt, eigentlich keine Sümpfe, mit stagnirendem Wasser,

1). Ähnlich findet man ja auch an der holländischen Nordseeküste ebenfalls zwei bis drei parallele Sandbänke.

sind; fast überall findet man doch das vorhandene Wasser fließend, dem Meere zu.

Der Leser denke sich also einen ausgedehnten Urwald, welcher ausser auf den Sandrücken, den alten Flussbetten, dem Fuss des Wanderers anstatt Boden bloß Wasser bietet, so, dass man, wenn man ihn durchqueren will, über umgefallene Stämme und über dem Wasserspiegel hervorragenden Wurzeln seinen Weg suchen muss. Dabei ist der ganze Raum zwischen den Stämmen der vielfach riesenhaften Bäume angefüllt mit Unterholz und Schlingpflanzen, welche immer und immer wieder ins Wasser untertauchen, und abermals sich emporarbeiten: ein sehr schwer durchdringbares Dickicht, wo das Wasser natürlich im grossen Ganzen nur langsam fließen kann.

Es lässt sich nun begreifen, dass wenn das Flusswasser aus dem Gebirge mit Schlamm beladen in diesen Niederungswald eintritt, die meisten Schwebestoffe alsbald niedergeschlagen werden in der ersten Zone, an der Landseite. In der Mittelzone sieht man dann klares Wasser, aber- braun gefärbt von Humusstoffen. In dieser Zone bilden sich nun entschieden Moore aus, und zwar in erster Linie als Auffüllungen der Becken zwischen den der Küste parallelen Bänken und den dazu senkrecht verlaufenden Sandrücken, welche die ehemaligen Flussläufe anzeigen. Die dritte Zone sind dann die in Brack- und Seewasser stehenden Mangrovewälder.

Allerdings ist das gebildete Material kein Torf, wie in den Flachmooren der kälteren Zone. Es ist gründlicher vermodert, man findet weniger von den Pflanzenformen zurück, die Cellulose scheint vernichtet ohne Wahrung der Form. Aber es giebt eine Klasse von Stoffen, welche der Vermoderung mehr Widerstand leisten; das sind die Harze. Und es ist auffällig, wie harzreich die meisten Holzarten dieser Wälder sind, d.h. sie sind desto reicher daran, je mehr man sich dem Meer nähert; ¹⁾ diese Harze werden mit der Zeit bloß dunkler, vermodern aber nicht.

In Nieder-Langkät hat man für die Tabakkultur grosse Landstrecken trocken gelegt, und damit auch viele solcher Moorbrüche. Diese Böden, (sehr elastisch, wenn man darüber geht) sind, je mehr organische Substanz sie enthalten, desto

1) Es scheint, dass die Harzabscheidung ein Schutzmittel für Bäume im Brackwasser ist, sei es gegen tierische Feinde, oder gegen zu starke Transpiration.

ungeeigneter zur Kultur von Tabak, weil dieser bei Trockenheit überhaupt nicht wächst, und bei nassem Wetter sofort schleimkrank wird. Ausserdem haben diese Moorböden den grossen Nachteil, dass sie, wenn die Kulies für irgend welchen Zweck ein Feuer darauf anzünden, sehr oft über grosse Flächen abbrennen. Erst wo der Boden tonreicher oder sandiger wird, hört dann das Feuer von selber auf.

Kommen solche Moorböden jedoch, durch Landhebung z.B., und darauffolgender, tieferer Einschneidung der Flussbetten, über dem Grundwasser zu stehen, so kann Luft zutreten, und es entwickelt sich auf die Dauer ein reicher schwarzer Boden; von ausgezeichneten physikalischen Eigenschaften, wenn, wie öfters der Fall, Sand (jungvulkanischen Ursprungs) untergemischt ist.

Merkwürdig ist jedoch, dass während der Entwicklung dieses Processes der Boden geradezu giftig ist. Eine trocken gelegte „paya“, so nennt man diese Bodenbildung, kann sofort darauf mit Tabak bepflanzt werden, und giebt dann manchmal eine Riesen-ernte; im nächsten Jahr wachsen aber nur kümmerliche saure Gräser darauf, und erst langsam kommt neuer junger Wald auf. Nach etwa 10 Jahren kann man dann wieder einen Versuch machen mit Tabak, allerdings vielfach noch mit Misserfolg.

Durch Mittel-Deli zieht sich ein Strich solchen schwarzen Bodens, welcher nunmehr schon länger als ein Jahrhundert über dem Wasser liegt; dieser ist jetzt der schönste, ertragreichste Tabakboden. Geht man der Küste parallel über Serdang, durch Padang Bedagei, nach Batu-Bahra, so findet man allerlei Zwischenstadien zwischen der endgültigen Schwarzerde, und dem noch jungen Moorbruch.

Manchmal scheint die Verlandung der Moore doch nicht so sehr flott zu gehen; einerseits scheint dann die Ablagerung organischer Substanz den Verlust durch Verwesung nur wenig zu übertreffen; andererseits ist die Zufuhr anorganischen Flussschlammes hie und da nur sehr gering. So kommt es wahrscheinlich dass man in bedeutender Entfernung von der Küste, und eingeschlossen von längst dem Wasser enthobenen Land, ja sogar im jetzigen ersten Hügelterrain, noch Moorbrüche findet, gewöhnlich dann aber von geringerer Ausdehnung.—

II. Ich möchte nicht nachlassen, an dieser Stelle ebenfalls

anzugeben, dass sich in einer Höhe von vielleicht 50 bis 200 Mtr. über dem Meer in Hinter-Deli und-Serdang eine Humusbildung vorfindet, welche grosse Aehnlichkeit hat mit dem Alpenhumus, von Ebermayer ¹⁾ beschrieben, und von Ramann ²⁾ referirt. In einem der Küste parallelen Tal haben sich aus Quellen grosse Mengen Kalksinter abgesetzt, und nun findet man dort allenthalben zwischen Kalkbrocken, eine dunkelbraune, fettige, humose Masse, welche weder Sand noch Ton enthält. Dieser Boden giebt eine mässige Tabakernte, von geringem Wert, weil der Gehalt an SO_3 sehr hoch ist, und daher die Brennbarkeit schlecht; obendrein wird die Asche schwarz.

III. Vor Kurzen wurde unserem Laboratorium eine Bodenprobe aus Bantam (W. Java) zugeschickt, Schlamm von einem nassen Reisfeld, (sawah), welche Probe stark nach Schwefelwasserstoff roch. Alles war tiefschwarz; wurde aber auf Zusatz von verdünnter Salzsäure bräunlich unter bedeutend stärkerer Entwicklung von Schwefelwasserstoff; dieser wurde bestimmt zu etwa 0.53% der Trockensubstanz, offenbar vorhanden als einfaches Schwefeleisen = 1.37% FeS. Hier hat also wahrscheinlich eine ziemlich starke Sulfatredution stattgefunden.

Der Glühverlust betrug 36% der Trockensubstanz; der Gehalt an organischer Substanz war also sehr beträchtlich; in diesem Produkt waren aber die Wurzelreste sehr deutlich zu sehen. Beim Verbrennen entwickelte sich der charakteristische Torfgeruch. Der Glührückstand war tonig. Die Fundstelle liegt weit entfernt von allen Küstenbildungen sub I beschrieben.

Hier liegen also moorige Bildungen vor, welche ohne Zweifel verwandt sind mit den hierzulande vielfach vorkommenden tertiären und jüngeren Kohlenschiefern und tonigen Schieferkohlen, mit einem sehr abwechselnden Gehalt an Pyrit. Höchstwahrscheinlich sind alle jüngeren Kohlen, welche in Nied. Indiën zusammen mit Erdöl vorkommen, Küstenmoorbildungen, wie sub I beschrieben. —

August. 1907.

1) Ebermayer. Forsch. d. Agr. Phys. 10, S. 385.

2) Ramann. Bodenk. 1905. S. 177.

UEBER EFFLATA-BÖDEN,

VON

DR. E. C. JUL. MOHR.

Efflata—ein neues Wort, sei es denn auch für einen älteren Begriff, welches ich wohl zu Anfang mit einigen Worten einführen darf.

Zu jeder Zeit, und überall auf Erden haben die Vulkane, ausser der ausgepressten flüssigen Lava, auch feste Stoffe in grösserer oder kleinerer Menge „ausgeworfen“, oder „ausgestossen“ oder „ausgespiehen“; keins dieser Wörter giebt jedoch so klar den Begriff wieder, dass ein Entweichen stark comprimierter Gase die Ursache der Erscheinung ist, wie das Wort „ausblasen“. Indertat, alle die festen Massen, von der feinsten Asche, bis zu den grössten Blöcken, werden vom Vulkan ausgeblasen, und lassen sich daher in einem Begriff: „Ausgeblasenes“ = „*efflatum*“, zusammenfassen. Ich würde natürlich kein neues Wort vorschlagen, wenn schon eins vorläge; aber ich habe keins in der Literatur angetroffen.

Credner spricht von „Auswürflingen“ und „Auswurfsmassen“, Reinisch nennt sie „lose, vulkanische Auswurfsmassen“; Zirkel trennt sie gleich, je nachdem sie sofort niederfallen, oder vom Wind ein Stück weiter getrieben werden; die letzteren zählt er dann zu den aeolischen Gebilden. Das übrigens so ausgezeichnete Werk von A. Geikie enthält allein den Ausdruck „fragmentary materials“, welcher nichtssagend ist mit Hinsicht auf den Ursprung jener Materialien.

Es sei mir darum gestattet, für alle von Vulkanen ausgeblasenen Stoffe den Namen „*Efflatum*“ vorzuschlagen. Vulkanische Asche, Staub, Sand, Lapilli, Bomben, Blöcke, sind dann alle Efflata, ebensogut wie flüssige Lavatropfen, in der Luft erstarrt, und als Glas, als Obsidianbomben niedergefallen, ein *Efflatum* sind.

Ein grosser Teil des Bodens von Java ist aus Efflaten aufgebaut; diese sind jedoch zu sehr verschiedenen Zeiten nieder-

gefallen. Man findet sie daher bei aufmerksamer Betrachtung in allen möglichen Stadien der Verwitterung; und ausserdem in verschiedenen Formen der Umbildung zu Tuffen. Auch der Wassertransport hat natürlich, wie überall anderswo, Anlass gegeben zu Scheidung und Schichtung, und Bildung von Schotterlagern, Tonschichten, u. s. w.

In vorliegender Darstellung will ich mich beschränken auf die jüngeren und jüngsten Bildungen, n.l. auf diejenigen, in welchen die Efflaten noch frisch, deutlich, und unverkennbar als solche enthalten sind.

Fangen wir an mit einer Excursion nach dem Vulkan Smeruh, und zwar nach der Ostseite desselben. Der Weg von Lumadjang nach Pasirian, und weiter N.W. den Berg hinauf, führt über verschiedene sog. „Bésucks“. Dies ist der lokale Name; die Europäer sprechen von Sandströmen; ich möchte lieber von Efflataströmen reden. Man bekommt davon einen gewaltigen Eindruck, weil so klar zu Tage tritt, wie hier eine mächtige Naturkraft jedesmal eine ganze Gegend von Ackern, Wald und Dörfern in wenigen Stunden gänzlich begraben hat, und einen langen, flachen, anfangs trostlos öden Hügelrücken darüber ausgebreitet.

Noch immerfort stösst der Smeruh, in Zwischenräumen von wenigen Minuten bis zu etwa einer halben Stunde, kleinere oder grössere Efflatawolken aus. Der kleinere, selbstverständlich in der Hauptsache der gröbere, Teil der Efflaten fällt zurück in den Krater; der grössere, feinere Teil wird vom Wind fortbewogen und setzt sich auf den Abhängen des Berges ab. Weil jedoch grössere und kleinere Eruptionen einander abwechseln, und der Wind natürlich auch ungleichmässig in seiner Richtung und Stärke ist, so ist es klar, dass in den abgesetzten Efflataschichten feines und grobes Material, Asche und Bomben, Lapilli und Sand durcheinander vorkommen. Die Geschwindigkeit mit welcher die ausgestossenen Wolken aufsteigen, lässt sich auf anfangs mehr als 100 M. p. Sec. schätzen; es können dabei auch Steine von ansehnlicher Grösse mitgenommen werden, welche, wenn sie neben dem Krater niederfallen, eingebettet werden in feineres Material. So türmen sich die Efflaten auf, und erhöhen den Gipfel des Berges um Hunderte von Metern, in vielleicht 30—50 Jahren.

Dann und wann gerät die Efflatenmasse am Gipfel in Bewegung, und es entsteht eine trockene Efflatenlawine, welche jedoch,

sobald der Abhang etwas weniger steil wird, schon zur Ruhe kommt. Anders geschieht es, wenn Regen dabei im Spiel ist. In der Ebene von Lumadjang fällt nur $1\frac{1}{2}$ —2 M. Regen; das ist für die Tropen nicht gerade viel. Auf dem Smeruh — wie überhaupt auf allen hohen Bergen von Java — steigt die jährliche Regenmenge bis $4\frac{1}{2}$ M. und darüber. Dort sind einzelne Regengüsse von mehr als 400 m.M. notirt worden! Solche werden fatal. Das Wasser wird von den losen Schichten leicht aufgenommen, dringt ein, und weil — wie oben gesagt — in der Masse neben den gröbsten, auch die feinsten Efflaten vorkommen, bleibt es nicht bei einem einfachen Durchsickern.

Erst werden die feinsten Stäubchen in Schwebung gebracht; dann folgen grössere, weil sich das specif. Gewicht der Flüssigkeit erhöht. Nimmt die bewegende Masse zu, so steigt auch die Geschwindigkeit, u.s.w. Gerade die Tatsache, dass die verschiedensten Grössen in ungebrochener Reihenfolge in der Efflatenmasse vorkommen, ist Ursache, dass sich das Ganze entwickelt zu einem gleichmässigen Brei, welcher mit anfangs schnell zunehmender Geschwindigkeit und immer grösser werdender Masse den Berg hinabwälzt, dabei in erster Linie Flussläufen folgend, aber wenn diese nicht tief genug eingeschnitten sind, einfach einen eignen Weg suchend über Wald und Feld hinweg, talwärts; erst wo der Abhang so flach wird, — also am Fuss des Berges — dass der breiige Efflatenstrom sich ausbreiten kann, und dadurch in der Mitte die Höhe, und demzufolge die Geschwindigkeit, bedeutend geringer wird, macht er halt.

Augenzeugen solcher Katastrophen geben an, dass es ihnen schien, alsob die grossen Steinblöcke, von mehreren Kubikmetern Inhalt manchmal, auf dem Brei schwämmen: jedenfalls kann man daraus sehen, welch hohes specif. Gewicht der Brei erreichen kann.

Hört der Efflatenstrom auf, weiter zu fliessen, so dauert es noch mehrere Tage bis er zur Ruhe kommt. Allerdings ist solch ein Strom vertikal dann manchmal von ansehnlicher Dicke (4—20 M. und mehr!); aber — Sand und Steine setzen sich doch schnell ab; wenn man also erst nach verschiedenen Tagen festen Fuss auf der Oberfläche fassen kann, so darf dies wohl als Beweis gelten, dass in der sich setzenden Efflatenmasse viel feines, und sehr feines Material vorkommt.

Persönlich besuchte ich einen „Besuck“, der drei Wochen zuvor heruntergekommen war. Ueber die Dicke wage ich nichts zu sagen; die Breite war, roh geschätzt, ungefähr 1 bis 2 K. M. in S.W.—N.O.—Richtung; in N.W.—S.W.—Richtung taxirte ich eine Länge von gewiss 6—10 K.M. bis zur Ecke, einem vorstehenden Felsen, um welchen der Strom umgebogen war.— Man sagte mir, dieser Besuck sei noch lange nicht einer der grössten!

Als ich darüber ging, hatte die Hauptmasse, schwarzer Sand und Geröll, sich fest gesetzt; blos hie und da sah man kleine Bäche mit viel Staub- und Ton-haltigem Wasser herausfliessen. Obenauf liegende grosse Blöcke waren ziemlich gleichmässig über das Ganze verbreitet.

Liegt solch ein Efflatenstrom einige Zeit, so wird er selbstverständlich von der Verwitterung angegriffen.

Anfangs ist die Vegetation darauf äusserst spärlich. Kein Wunder,— wenn man bedenkt, das die feineren und feinsten Teile mit dem ausfliessenden Wasser grösstenteils fortgeführt worden sind; so ist der vollständig frische Efflaboden zuerst wohl sehr durchlässig für Wasser. Ausserdem fällt, je mehr man vom Berges- abhang in die Ebene kommt, desto weniger Regen. Folge ist also, dass auf dem frischen Efflatenstrom Wassermangel herrscht.

Dort, wo kleine Ausläuferchen des Besucks das Land jedoch nicht mehr als 10—15 c.M. erhöht hatten, sah ich Reis und Mais frischweg durch die sandige Ueberdeckung durchwachsen; das Gewächs stand mindestens ebenso schön, wie das nicht überschüttete in nächster Nähe. Es war also nicht die Spur eines schlechten Einflusses, in dem Sinne, dass die Efflaten schädliche, den Pflanzen giftige Bestandteile mitbrächten, zu bemerken.

Im Gegenteil—sobald wie möglich, manchmal schon im zweiten oder dritten Jahr nach der Katastrophe, wird, vom Rande aus nach der Mitte hin fortschreitend, mit viel Erfolg Tabak auf diesen Efflatenböden gepflanzt.

Einige nähere Erläuterung des Ausdrucks „sobald wie möglich“ ist vielleicht nicht unerwünscht. Das Gestein, aus welchem die gegenwärtigen Efflaten des Smeruh bestehen, ist ein Andesit mit schwarzer, eisenreicher, glasiger Grundmasse, welche sehr leicht verwittert. Die Form, in welcher das Gestein der Verwitterung ausgesetzt ist, n.l. die feine Verteilung, ist ferner Ursache,

dass die Verwitterung ausserordentlich schnell verläuft, und zwar in dem Sinne, dass die sandige Masse so zu sagen täglich toniger wird. Damit wächst die Wassercapazität; das Regenwasser wird besser festgehalten, das Grundwasser steigt höher auf; kurz—die Bedingungen für die Entwicklung einer neuen Vegetation werden täglich besser. Allmählich sieht man so auf anspruchslosere, wilde- und Kulturpflanzen, die anspruchsvolleren folgen. Auf neu in Kultur genommenem Land pflanzen die Einwohner gerne Bohnenarten; es ist, alsob sie intuitiv fühlen, dass auch die moderne Landwirtschaftswissenschaft für solche an mineralen Pflanzennährstoffen besonders reichen Böden,—welche jedoch einen Gehalt an organisch en und stickstoffhaltigen Bestandteilen kaum aufweisen können,—ebenfalls in erster Linie Leguminosen empfehlen würde, als erste Kultur, und nebenbei als Bodenverbesserung.

Später erst wird Tabak angebaut; dazu düngt man,—in diesem Falle auch mit Recht—mit so viel Stallmist, wie man bekommen kann; und der Erfolg ist schön.

Wie gesagt, je mehr man sich vom Berg entfernt, je flacher das Land ist, desto lehmiger ist der Boden. Terrassirt, bewässert und mit Reis bepflanzt, geben diese „sawah's“ reiche Ernten. Die Bevölkerung zieht jedoch vor, 2 bis 3 mal im Jahr Tabak zu ernten, und den nötigen Reis gegen Bar einzuführen; das bringt ihr einen höheren Gewinn ein. Ausserdem sind mit dem nassen Reisbau ernste Schwierigkeiten verbunden: bei sparsamer Wasserentnahme aus den Flüssen, zur Bewässerung, kommt man leicht unerwartet vor Wassermangel zu stehen; bei reichlicher Abzapfung aus den immerhin viel Sand mitführenden Flüssen zieht man sich alsbald die Last von viel Sand in den Wasserläufen, und unerwünschte Erhöhung der Reisfelder, auf den Hals, während man sich noch ausserdem der Gefahr preisgibt, im Falle kleiner Besuchs,—die häufiger vorkommen, und den Wasserläufen gerne folgen—sein ganzes Feld plötzlich überschüttet zu sehen.

Die sanft nach dem Meer hin ablaufende Ebene, deren westlichen Teil wir soeben kennen gelernt, hat in der Mitte braunen tonigen Boden, herkünftig von dem älteren Vulkangebirge Hijang. Der östliche Teil dagegen steht in gleichem Verhältnis zum nach O. daneben gelegenen Vulkane Raun, wie der westliche Teil zum Smeruh steht. Begibt man sich in der Nähe des—ebenso wie

Lumadjang um seine Tabakkultur immer mehr bekannt werden—Ortes Djember aufs freie Feld, so lässt sich die Analogie nicht verkennen. Die beiden Berge sehen sich ähnlich wie zwei Brüder: steile regelmässige Gipfel, deren Abhänge obenan die gleichen grauweissen, radial ausschweifenden Efflatenstreifen zeigen, welche sich in Klüften und Tälern wie Gletscher nach untenhin ausdehnen. Wenn die Sonne darauf scheint, kann man sich des Eindrucks, dass hier eine Bergspitze mit ewigem Schnee vorliege, kaum verhehlen; allein das schmutzige bräunliche Weiss stört die Täuschung.

Der Raun liegt jetzt still — er raucht nicht mehr, wirft keine Efflata mehr aus, wie der Smeruh. Aber — geologisch gesprochen — noch in jüngster Zeit, (vermutlich im Jahre 1586), hat eine grosse Eruption des Raun stattgefunden, und nachher hat der Vulkan noch viele Jahre allerdings geraucht.

Man findet daher im Djemberschen analoge Bodenbedingungen, wie im Lumadjangschen Lande in wenigen Jahrzehnten oder Jahrhunderten auch herrschen werden. Was ist nun der Unterschied? —

Fast überall sind die sandigen Efflaten mehr oder weniger gebunden. Wo der Boden regelmässig bearbeitet wird, ist er eine Art Lehm Boden geworden. Ausser Ton, Sand und noch deutlich erkennbaren Lapilli, enthält der Boden jedoch Humus, welcher selbstverständlich in den jüngsten Besuchs des Smeruh fehlt. — Wo der Boden nicht bearbeitet ist, sind die Efflata, sogar ganz nahe der Oberfläche, lose zusammengebacken zu einem Tuff, der sich leicht, sogar mit der Hand, verbröckeln lässt zu seinen ursprünglichen, allerdings von der Verwitterung angegriffenen, Bestandteilen.

Nach dem Berge hin sind diese gröber, nach der Ebene, nach dem Meere hin, feiner, also Sand und Asche, gewesen. Das Ganze ist gleichmässiger zusammengesetzt, und es fehlen die grossen Blöcke darin: Wahrscheinlich sind also vom Raun nicht solche mächtige und weit vordringende Besuchs heruntergekommen wie vom Smeruh; dies kann sehr wohl mit der Regenmenge zusammenhängen, wo auf der W. Seite des Raun etwa halb so viel Regen fällt, wie auf dem östlichen Abhang des Smeruh.

Mehr nach S.W., dem Meere näher, kann man deutlich beobachten, wie die von den Flüssen angebrachten Efflaten in

der Brandung sortirt sind. Man findet hier Sand von sehr gleichmässiger Korngrösse; ferner dunkelblaugrauen Ton, hinter einigen (früheren) Kalksteininseln, jetzt eins mit dem Festland von Java.

Der Sand hier an der Küste wird sich wohl länger halten als frischer Besucksand von gleicher Korngrösse; aus zwei Gründen. Erstens sind es schon die am meisten widerstandsfähigen Efflaten, die der Brandung mit Erfolg getrotzt haben; zweitens fällt hier an der Küste aber nur etwa ein Drittel des Regens, welchen Djember und die Gebirgsabhänge bekommen; die Verwitterung kann also in diesem schon ziemlich ariden Klima nur noch mässig schnell vor sich gehen.

Die Djembersche Ebene befindet sich, wie ich sagen möchte, im zweiten Stadium der Efflatenböden; die Umgebung des Smeruh im ersten.

Im ersten Stadium findet man die Efflaten entweder frisch aus der Luft gefallen, oder frisch mittelst Besucks,—oder wie die Efflatenbreiströme sonst heissen mögen,—weiter unten am Vulkan deponirt. Der Boden ist sehr durchlässig für Wasser, enthält weder Humus noch N-haltige Substanzen, und ist daher anfangs nur geeignet für manche Leguminosen. Später folgt Tabak, (immerhin mit viel organischer Düngung).

Im zweiten Stadium ist der Boden schon bindig geworden, hat Humusgehalt, und ist, besonders in den sandigeren Partieen, schöner Tabakboden, auch geeignet für Mais. Erst allmählich kommt er jetzt in das Stadium der Bindigkeit, nötig für die nasse Reiskultur. Dieses Stadium,—das dritte, wie ich sagen möchte,—findet man in der Ebene von Djocja und Solo.

Besonders in der eigentlichen Tabak bauenden Gegend der „Vorstenlanden“, näml. um Klaten, begreift man unmittelbar, wie das ganze Land beherrscht wird vom Merapi, dem noch heute tätigen Vulkan. Allerdings ist es möglich, und sogar wahrscheinlich, dass andere Vulkane in der Nähe, der Lawuh, der Merbabuh, der Sumbing, und der Sindoro, zur Auffüllung dieser Ebene mit Efflaten, das ihrige beigetragen haben; aber der Merapi liegt doch am nächsten bei, und hat ohne Zweifel zuletzt kräftig gearbeitet, und so das Material, die Efflaten, geliefert für die obersten Schichten, aus welchen der jetzige Boden, die Ackerkrume, aufgebaut ist.

Ausserdem kommen nahezu alle Flüsse und Bäche, welche die genannte Ebene bewässern, vom südlichen und östlichen Abhang des Merapi.

Der Merapi raucht noch dann und wann, aber unbedeutend. Efflatenbreiströme kommen kaum mehr vor, und erreichen dann nur selten den Fuss des Berges. Von Besucks, oder von Lahars—wie sie in Kediri heissen (siehe S. 11) hört man in dieser Gegend nicht mehr. Früher sind sie jedoch merklich weiter vorgedrungen, wie einigermaßen tiefere Einschnitte im Terrain beweisen. Ist durch eine regelmässige, sehr intensive Bodenbearbeitung die oberste, etwa meterdicke Schicht gut homogen gemischt, und daher jede Spur der ursprünglichen Bildungsweise dort ausgewischt,—in tiefer gehenden Gräben ist sie erhalten geblieben; da sieht man am Profil, wie die verschiedenen Efflatenschichten übereinander liegen; wie in früheren Zeiten auch schon einmal, odere sogar mehrere Male die Oberfläche durch gründliche Verwitterung (oder schon Bearbeitung?) übergegangen war in eine Schicht schweren Ton; wie diese abermals überdeckt wurde von einer neuen Efflatenschicht, welche aufs Neue von oben nach unten verwitterte und tonig wurde, bis nochmals Ueberdeckung stattfand, u.s.w.

Selbstverständlich hat das fliessende Wasser die gröberen Efflaten auf den Bergesabhängen und am Fuss liegen gelassen, und die feinere Asche weiter transportirt. Daher findet man die leichteren, sandigern Böden näher am Berg, die schwereren Tabakböden weiter nach S.O., also gegen das Flüsschen Kali Danggang an;—und noch weiter vom Zentrum, also S. von Djocja, und bei Solo, ist der Boden dermassen tonig geworden, dass er ungeeignet ist für Tabak, oder—besser gesagt—besser geeignet ist für die Zuckerrohrkultur.

Einen kleinen Abstecher in die Landwirtschaft möchte ich machen, um dem Leser eine Idee zu geben von der fabelhaften Produktionskraft dieser Böden. Auf den Tabaksplantagen wird regelmässig in 2 Jahren einmal Tabak und 3 mal Reis geerntet. Durchschnittlich giebt eine Tabakernte etwa 2500 ⌘ Tabak pro Bahu; d. s. etwe 3500 ⌘ p. H. A.; diese werden in Amsterdam zu etwa 40—50 cts. p. ⌘ durchschnittlich verkauft. Aber es wurden mir auch Felder gezeigt, die bis zu 6000 ⌘ p. H. A. in einer Ernte gegeben hatten! und doch folgen dann ohne

Verzug drei Reisernten, jede zu etwa 35 Pikul pro Bahu; d. s. in 3 Ernten zusammen etwa 10000 R Reis p. H. A.!

Es lässt sich begreifen, dass man, um solche Erfolge zu erzielen mit Böden, welche kraft ihrer Entstehungsweise arm an organischen Resten sein müssen, notwendig schwer düngen muss mit organischem, N-haltigem Dünger. Zur Tabakernte (für Rechnung von europäischen Unternehmern) wird denn auch so viel Stallmist aufs Feld gebracht, wie man bekommen kann. Zu den 3. Reisernten (für inländische Rechnung) wird Düngung, wo regelmässig bewässert wird, von den Javanern überflüssig gefunden. Diese jungen, gut durch gearbeiteten Efflatenböden scheinen also die mineralen Pflanzennährstoffe einstweilen in unerschöpflicher Menge, und ausserdem in leicht zugänglicher Form, zu enthalten.

Regen fällt in dieser Gegend in nicht gerade grosser Menge; etwa 2 M. pro Jahr. Es ist aber allenthalben reichlich fliessendes Wasser vorhanden, weil höher auf den Abhängen des Merapi bis zu 3 und $3\frac{1}{2}$ M. Regen fällt, und die Verdunstung dort im kühleren Klima natürlich weniger ist als unten in der heissen Ebene. Es ist denn auch ohne Schwierigkeiten gelungen, jedes Stückchen Land zum Sawahbau heranzuziehen; alles, was nicht Weg ist, oder Kampong — wo die Menschen so eng zusammen wohnen, wie Ameisen in ihrem Haufen, — ist Sawah. Hier liegt ein merkwürdiges Beispiel von Bodenausnutzung vor, welches in Europa sein gleiches kaum finden wird. —

Es versteht sich nun, dass die Efflaten nicht immer an Ort und Stelle geblieben sind, wo sie von Wind oder mittelst Efflatenbrei-lawinen deponirt worden sind. Wo fliessendes Wasser ist, in einer Efflatengegend, wird dieses natürlich viel feines Material ab- und ausspülen, und anderweitig wieder absetzen. So kommt man zu den transportirten Efflatenböden, im Gegensatz zu den residuären. Es sind diese anderswo auch vulkanische Zusammenschwemmungsgebilde (Zirkel), oder vulkanische Alluvionsgebilde (Naumann) genannt worden; der Name tuffogene Sedimente (Reyer) scheint mir klarer; diese Bildungen haben ja nichts mehr mit Vulkanen auszustehen, sondern sind Sedimente, aus fliessendem Wasser. Vielfach, fast immer, sind die Efflata jedoch noch nicht zu Tuffen umgeändert, wenn sie vom Wasser fortgeführt werden. Denn, sind sie indertat zu Tuffen geworden, so

darf man doch behaupten, dass als Regel eine Bindung, eine Verfestigung des Materials dabei stattfand; damit ist dann aber zugleich die Möglichkeit eines Wassertransportes bedeutend verringert. Von wahren tuffogenen Sedimenten möchte ich darum die hier besprochenen als *efflatigene Sedimente* unterscheiden. Ein Paar Beispiele davon, hier auf Java.

Oben, bei der Besprechung der Djemberschen Ebene, wurden schon ein Paar efflatigene Sedimente genannt: näml. der Küstensand, aus der Brandung übriggeblieben, und der blaugraue Ton, in ruhigem Wasser, hinter den Kalksteininseln, abgesetzt.

Es hat der Raun natürlich nicht allein in S. W. Richtung, nach der Djemberschen Ebene hin, seine Efflaten über die Umgebung ausgebreitet. Der in O. Java kräftige S. O. Passat hat auch manches weiter nördlich getrieben, und so sind sowohl das Sattel zwischen dem Hijang- und Idjengebirge, wie die N. W. Abhänge des letzteren mit Sand und Asche überstreut worden. Vom Sattel her fließt nun aber ein nicht unbedeutender Fluss, nach N., der Sampean, der secular viele Efflaten mitgenommen hat. Interessant ist es nun, zu beobachten, wie diese abgesetzt sind.

Unterhalb des Sattels findet man die Ebene von Bondowoso; darauf folgt ein niedriger Rücken zwischen dem zusammengebrochenen Vulkan Gunung Ringgit und dem Idjengebirge; dann die Ebene von Pradjekan, nördlich abgeschlossen durch einen miocenen Hügellücken, wodurch der Sampeanfluss durchgebrochen ist, um ins Meer die Halbinsel von Situbondo auszubauen.

Auf dem Sattel wird fast überall Tabak angebaut; es herrschen dort ähnliche Verhältnisse wie im Djemberschen. In der Ebene von Bondowoso findet man anfangs noch viel Tabak; allmählich, nach N. hin, wird der Böden aber schwerer, toniger, weisser, und—der Tabak macht immermehr dem Zuckerrohr Platz. Nun macht die Ebene ganz den Eindruck, ein Becken, ein Binnensee, gewesen zu sein, vom Sampeanfluss aufgefüllt mit Raun-efflaten; demnach mussten die gröberen Bestandteile gleich zu Anfang abgesetzt werden und die feineren mehr weiter N. heraus; dass stimmt mit dem Vorkommen von Tabak und Zucker; möglicherweise spielt hier aber ein kleiner Klimaunterschied, (mehr oder weniger Regen), gleichfalls mit.

Auf den beiden genannten Rücken kommt weder Tabak noch Zuckerrohr vor; in den Ebenen von Pradjekan und Situbondo

nur Zuckerrohr; sie sind ebenfalls vom Sampeanfluss gebildet, aber ohne die gröberen Teile; die liegen oben in der Bondowoso-ebene.

Die Situbondo-halbinsel, sich in Zungenform ins Meer erstreckend, ist keinesfalls symmetrisch gebaut; der Sampeanfluss fliesst auch nicht in der Mitte nach N., sondern gleich hinter den Hügeln nach W. — Der W. Teil der Halbinsel ist viel sandiger, besser gesagt staubiger, als der schweren Ton aufweisende O. Teil. Vermutlich hat der Fluss also die Halbinsel gegen eine von W. nach O. laufende Meeresströmung, der Küste entlang, ausbauen müssen. Dabei wurden die Sedimente stets rechts abgesetzt, und musste der Fluss selber sich nach links umbiegen, also nach W. verlegen. Möglich ist aber auch, dass der Fluss einmal in kurzer Zeit solche Massen Efflata ins Meer gestürzt hat, dass er sich selber den Ausgang versperrt hatte, und einen neuen Weg suchen musste.

Vor wenigen Jahren wurde die Landschaft Kediri überrascht, in dem sie vom Vulkan Klut mit grossen Mengen Efflaten überrascht wurde. Im Grossen und Ganzen waren es feinere Teile; also hauptsächlich Sand und Asche. Wahrscheinlich hat dieser Vulkan früher schon oft solche Eruptionen durchgemacht, denn man findet auf seinen Abhängen die Efflaten allenthalben in grosser Mächtigkeit.

Um das Gebirge rund herum fliesst der Brantas-fluss, welcher mit seinen vom Klut kommenden Nebenflüssen natürlich grosse Massen Efflata transportirt, und in der sog. Brantasebene, welche bis Surabaya reicht, absetzt.

Oben, in Kediri, findet man so die leichten, sandigen, staubigen Böden; dorthier kommt der Kediri-tabak. Auch hier folgt, sobald der Boden schwerer wird, und mehr und mehr ausschliesslich aus efflatigenem Sediment besteht, die Zuckerrohrkultur auf die Tabakkultur. — Die einzige Düngung, die man hier anwendet, ist, in Harmonie mit der Herkunft des Boden materials, Stickstoffdüngung in der Form von schwefelsaurem Ammoniak.

Verschiedentlich hatte ich Gelegenheit, in obigen Zeilen auf den engen Zusammenhang zwischen dem Vorkommen von sandigen Efflataböden und der Tabakkultur hinzuweisen. In Anschluss daran möchte ich noch zwei Tatsachen hier erwähnen.

Es breitet sich die Tabakkultur mehr und mehr aus in der Landschaft Kěduh in Mittel-Java; diese schliesst die westliche Hälfte des Merapi mit ein; ich habe die Gegend noch nicht besucht, aber sehr wahrscheinlich sind es auch hier junge Efflaten, auf welchen die Kultur sich entwickelt.

Andererseits erhielt ich vor kurzem eine Anzahl Bodenproben von der Insel Lombok, welche ich gleichfalls nicht aus eigener Anschauung kenne. Die Proben waren jedoch typische Efflataböden, den Böden aus dem Djemberschen Lande täuschend ähnlich. Der hohe Pick von Lombok arbeitete also in gleicher Weise, wie Smeruh und Raun. Ich zog daher den Analogieschluss, dass es möglich und wahrscheinlich sei, dass sich auf Lombok, auf diesen Efflatenböden, eine einträgliche Tabakkultur werde entwickeln können. Nachträglich höre ich nun, dass allerdings die Tabakkultur dort im Aufschwung ist, und beim Export auffallend schöne Preise erzielt werden.

Ueber die in West-Java vorkommenden, gründlich durchverwitterten Efflatenschichten ein nächstes Mal.

Juli 1908.
